

**Ю.І. ДОВГОПОЛ, А.Т. КАДИЛЯК, С.С. СТЕПАНОВ, М.В. МАЦИК****АДАПТАЦІЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ ПОВІТР'ЯМ ДВИГУНА ОСНОВНИХ ТАНКІВ В УМОВАХ РЕСУРСНИХ ОБМЕЖЕНЬ**

Проведено аналіз наявного парку танків для визначення проблем та загальних технологій обслуговування повітроочисників двигунів. На основі використання статистичного методу, методу основного масиву та дослідження технологій обслуговування повітроочисників мийними засобами технічного призначення, запропоновані основні напрямки їх використання при сервісному обслуговуванні повітроочисників. Створено підґрунтя та надані рекомендації щодо проектування та застосування новітніх технологій для оптимізації сервісного обслуговування двигунів танків.

**Ключові слова:** танк; якість; сервісне обслуговування; повітроочисник системи живлення двигуна повітрям; сучасна промислова база; оптимізація; мийні засоби

**Ю.И. ДОВГОПОЛ, А.Т. КАДЫЛЯК, С.С. СТЕПАНОВ, М.В. МАЦИК****АДАПТАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ ВОЗДУХОМ ДВИГАТЕЛЯ ОСНОВНЫХ ТАНКОВ В УСЛОВИЯХ РЕСУРСНЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ**

Проведен анализ имеющегося парка танков для определения проблем и общих технологий обслуживания воздухоочистителей двигателей. На основе использования статистического метода, метода основного массива и исследования технологий обслуживания воздухоочистителей моющими средствами технического назначения, предложены основные направления их использования при сервисном обслуживании воздухоочистителей. Создана основа и даны рекомендации по проектированию и применению новейших технологий для оптимизации сервисного обслуживания двигателей танков.

**Ключевые слова:** танк; якість; сервісне обслуговування; повітроочисник системи живлення двигуна повітрям; сучасна промислова база; оптимізація; мийні засоби

**Y. DOVGOPOL, A. KADYLJAK, S. STEPANOV, M. MATSYK****ADAPTATION OF TECHNICAL MAINTENANCE OF THE MAIN TANKS ENGINE POWER SUPPLY SYSTEM IN CONDITIONS OF RESOURCES**

As a result of the maintenance of armoured artillery armament and equipment in the area of the antiterrorist operation, it was established that the maintenance tasks were solved being limited in forces and means. Personnel conducted the minimum amount of operations, technical maintenance 1 and 2 were not performed in full, level of personnel training is low. In addition, it is noted that the existing maintenance system requires significant improvement. Thus, the imperfect existing maintenance system, failure to meet a certain amount of maintenance work and poor knowledge of operation regulations for the armoured armament material negatively affected, and in some cases, were the main cause of engine failure. Confirmation to this is the data taken from general analysis of the technical state of samples of armoured vehicles and equipment during the practical task accomplishment in the area of antiterrorist operation. Therefore, the reasons for the failure of T-64BV (T-64BM) tanks in 34% of cases were malfunction of the air supply system. In order to prevent the causes of tank engine failure, increase their reliability, it is necessary to outline the prospects of the development of air cleaner stands and the direction of increasing the efficiency of technical maintenance of the air supply system of tank engines. For advanced air cleaner stands, it is advisable to use a modular structure, based on existing stands for use both in stationary and field conditions, using modern industrial materials. The modular structure of a perspective rinse air cleaner should have the following unified components, namely: an electric power supply, a heater, a pump and a bath with a lid. The main directions of increasing the efficiency of operation of engine power supply maintenance by air tanks include the concentration of the research organizations of the Armed Forces of Ukraine on the military-technical direction for conducting systematic research with the aim of improving technical maintenance of the air supply system of tank engines using modern air cleaner stands, scientific-technical support for the purpose of scientific substantiation of ways to improve the system of maintenance of engine air supply system.

**Key words:** tanks; quality; service; air purifier of the engine power system; modern industrial base; optimization; detergents

**Постановка проблеми.** Розвиток науки, економіки та Збройних сил України (ЗСУ) на інноваційних засадах зумовлює з'ясування низки теоретичних питань, пов'язаних з адаптацією технологій технічного обслуговування (ТО) основних бойових машин для практичного втілення в систему сервісного обслуговування танків, використовуючи вітчизняний промисловий потенціал.

Танки використовують в бойових умовах у різноманітних регіонах світу. У будь-яких умовах застосування силова установка танка повинна забезпечити можливість тривалого використання потужності двигуна без обмеження швидкості руху.

При військовій експлуатації, розробляючи (модернізуючи) танк з новою силовою установкою, враховують, що в будь-яких умовах експлуатації система живлення повітрям має забезпечити високі показники стосовно забору повітря з атмосфери, очищення його від пилу і розподіл по циліндрах очищеного

повітря, що, в свою чергу, впливає на надійність та характеристики двигуна.

Досвід проведення ТО основних танків під час протидії діяльності незаконних російських та проросійських збройних формувань у війні на Сході України вказує, що є проблеми (причини), які впливають на якість сервісного обслуговування систем силової установки. Основними з них є відсутність сучасних технологій та матеріально-технічних засобів обслуговування.

Крім того, на даний період часу дефіцит ресурсів та фінансових обмежень також є важливою проблемою, і від цього напряму залежить надійність роботи двигуна під час експлуатації танка.

Розгалуженість військово-промислового комплексу в умовах ресурсних обмежень значно знижує ефективність одночасного обслуговування різноманітного парку танків. Використання радянських

© Ю.І. Довгопол, А.Т. Кадиляк,  
С.С. Степанов, М.В. Мацик, 2020

стандартів та технологій, інертність у впровадженні національних стандартів з розроблення, виробництва основного танка для Сухопутних військ ЗСУ є проблемою, яка негативно впливає на обороноздатність держави. Відповідні умови вимагають скорочення використання різної серії основних танків та зосередження зусиль на забезпеченні військ перспективним танком з адаптованим до національних стандартів сервісним обслуговуванням.

Внаслідок різкого підвищення вартості нового танка через удосконалення конструкції постає необхідність в науковому обґрунтуванні технологій його обслуговування, яке, в свою чергу, повинно бути адаптованим до обслуговування існуючого парку машин.

Особливо значний вплив на вартість життєвого циклу танка має матеріально-технічне забезпечення операцій ТО. Саме тому виготовлення та експлуатація виробів мають супроводжуватися плануванням і розробкою концепції експлуатації, включаючи оптимізацію ТО. Саме тому в умовах ресурсних обмежень при сервісному ТО економія витрат постає одним із головних чинників виживання. Таким чином, виникає проблема пошуку оптимального балансу між забезпеченням воєнно-стратегічних та економічних завдань заради безпеки держави.

Актуальність роботи обумовлена тим, що в реаліях сьогодення сервісне ТО системи живлення повітрям основного танка має бути адаптоване до новітніх технологій, які, в свою чергу, забезпечуються новітніми міючими засобами, що виготовляються вітчизняними підприємствами та знаходять широке застосування у багатьох галузях народного господарства.

Враховуючи викладене, до основних завдань роботи необхідно віднести надання пропозицій щодо створення перспективних технологій із застосування новітніх міючих засобів для ефективного сервісного обслуговування системи живлення двигуна перспективного основного танка.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Для чіткості міркувань проведемо аналіз, систематизацію, узагальнення публікацій за результатами досліджень, які відображають системний виклад нинішньої ситуації стану парку танків, системи сервісного ТО та шляхів її адаптації, удосконалення. Крім того, проаналізуємо сучасний стан вітчизняного танко- і двигунобудування, визначимо, яким зразком танка пропонується оснащувати бойові підрозділи ЗСУ з метою створення підґрунтя для надання рекомендацій впровадження загальних технологій обслуговування систем живлення двигунів танків при сервісному обслуговуванні.

1. На зламі століть, після розпаду Радянського союзу, Україна успадкувала парк танків, які використовувались тривалий час – Т-64Б (1975), Т-72А (1979), Т-80 (1976) [1–3]. Бойові машини мали практично однакові показники бойової ефективності, але істотно розрізнялись за конструкцією та частково за експлуатаційними характеристиками, при тому мали різні силові установки 5ТДФ, В-46 (В-84) і ГТД відповідно. Україна в ході реформування ЗСУ залишила на озброєнні танки Т-64БВ, інші моделі танків зосереджувались

для зберігання на відповідних базах.

2. Досвід участі Сухопутних військ (СВ) ЗСУ в обороні східних рубежів держави від збройної агресії з боку Російської Федерації вказав, що система ТО сервісу застаріла і неадапована до сьогодишнього часу, крім того, не відповідає вимогам концепції розбудови ЗСУ і не може забезпечити вирішення покладених завдань [4]. У роботі [4] на основі проведеного аналізу форм і способів застосування СВ в сучасних умовах, які впливають на розвиток озброєння та військової техніки (ОВТ) та засобів системи ТО, підтверджується той факт, що крім розробки ефективних зразків ОВТ та функціональних систем різних класів, необхідно розробляти відповідні засоби сервісного ТО.

У статті [5] наводиться методика вирішення задачі оптимального розміщення центрів сервісного обслуговування ОВТ. Обґрунтовуються місця розміщення таких центрів в кожній із зон та вказується, що така система має бути єдиною для всіх силових відомств України із повномасштабним залученням підприємств промисловості, які виробляють ОВТ.

3. Існуюча нормативно-технічна документація та допоміжне обладнання, матеріали та запчастини, засоби для системи ТО основних танків базуються на наукових здобутках 50-80 років минулого століття. В умовах ринкової економіки протягом тривалого часу для нових та модернізованих зразків основних танків спеціальне обладнання, технології для ТО розроблялись без урахування потреб масового використання при сервісному ТО існуючих на озброєнні парку танків. Більшість із того, що знаходилося у використанні, відпрацювало встановлений ресурс експлуатації, морально та фізично застаріло та було списано при скороченні військових ремонтних органів. Рівень ТО виробів для досягнення необхідної функціональності, надійності, працездатності, економічної ефективності набув критичного характеру. Ситуація ускладнюється тим, що до цього часу немає пріоритетів подальшого розвитку технічного сервісу [6]. Автори статті [6] вважають, що підвищення ефективності функціонування системи ТО військової техніки залежить від діяльності науково-дослідних структур щодо проведення досліджень, розробки (коригування) інноваційних технологій, нормативно-технічної документації, а також координації питань з проведення підприємствами промисловості науково-технічного супроводження на всіх етапах життєвого циклу військової техніки та шляхів удосконалення системи ТО.

Якість ТО значно впливає на вартість життєвого циклу техніки. Саме тому розробка і проектування виробів мають супроводжуватися плануванням і розробкою концепції експлуатації, включаючи оптимізацію ТО. Мета – забезпечення надійності виробу протягом терміну його експлуатації з мінімальними витратами. Разом із тим в роботах [4–6], не розкрито проблемне питання щодо адаптації ТО системи живлення повітрям основного танка в умовах ресурсних обмежень.

4. Відомо, що якою б досконалою не була конструкція танка, у процесі його використання надійність постійно знижується через вплив різних факторів та виникнення несправностей, які усуваються під час

технічного сервісу. Він передбачає наявність сукупних технічних засобів, спрямованих на організаційно-технічну підтримку життєвого циклу експлуатації машин, в тому числі, з метою забезпечення надійної роботи силової установки. Для системи живлення двигуна повітрям основних зразків танків (Т-64БВ, Т-64БМ) зазначена ціль досягається за рахунок своєчасної оцінки технічного стану, надання послуг ТО з максимальною ефективністю з метою запобігання та зведення до мінімуму пилового зношення двигуна.

Створення перспективних технологій технічного сервісу із використанням миючих засобів має відбуватися паралельно на базі розробленої моделі майбутнього танка для СВ ЗСУ. Відомо, що розвиток будь-яких технологій передбачає наявність якогось вихідного матеріалу-зразка, його часткових змін – модернізацій, критичне накопичення яких завершується появою і закріпленням нового, найбільш якісного та стійкого до «виживання» зразка танка та технологій його обслуговування. Виробництво та модернізація зразків та їх комплектуючих, систем і пристроїв по максимально замкнутому циклу в Україні передбачає насиченість технічного сервісу технологіями та матеріальними засобами виключно вітчизняного виробництва.

У той же час в умовах ринкової економіки протягом тривалого часу для модернізованих основних зразків танків спеціальне обладнання, технології для ТО розроблялись без урахування потреб масового використання при сервісному ТО існуючого на озброєнні парку танків та можливостей вітчизняної промисловості. Опираючись на наукові досягнення та засади інноваційних технологій, у сучасних умовах можливо визначити асортимент матеріально-технічних засобів, якість і надійність яких відповідають потребі (необхідності) та забезпечують своєчасне виконання усіх технологічних процесів сервісного обслуговування системи живлення двигуна повітрям [7].

Окрім зазначеного вище, у статті [7] наведений перелік сучасних мийних засобів із пропозиціями щодо проведення системних досліджень та наукового обґрунтування їх застосування з метою використання при ТО системи живлення повітрям двигуна основних зразків танків (Т-64БВ, Т-64БМ).

5. Останнім часом, виходячи з досвіду участі ЗС та інших військових формувань в обороні східних рубежів від збройної агресії з боку Російської Федерації, прийнято ряд рішень щодо зміцнення обороноздатності нашої держави. Важливим практичним завданням в контексті загального воєнного будівництва, розвитку вітчизняного воєнно-промислового комплексу визнано впровадження національних стандартів із розроблення, виробництва ОВТ, єдиних вимог до ТТХ та створення технічної бази для покращення рівня готовності щодо повноцінного виконання завдань за призначенням.

Досягнення високого рівня готовності ЗС України вирішальною мірою залежить від спроможності економіки та темпів її розвитку. В умовах ринкових взаємовідносин та ресурсних обмежень лише активна взаємодія уряду, промисловості, науковців здатна створити умови розвитку Збройних сил України [8–11].

6. Протягом тривалого часу існує загроза національній безпеці України, ведуться бойові дії по обороні

східних рубежів держави від збройної агресії з боку Російської Федерації, що ставить завдання, вирішення яких можливе тільки після переоснащення ЗС новими, в тому числі, глибоко модернізованими і капітально відремонтованими танками, дотримуючись оптимального співвідношення «ефективність-вартість» на користь нового покоління. Таким чином, в умовах ресурсних обмежень на даному етапі, основу танкового арсеналу СВ будуть складати Т-64БВ, Т-72АГ (АМТ, К), Т-80У та інші модифікації вказаних серій [12, 13].

Зрозуміло, що модернізація існуючого парку танків обумовлена вимогою часу і, як наслідок, у військах з'явилися три паралельних варіанти модернізації танків, розуніфікованих по силовій установці. У той же час, неможливо повноцінно здійснити матеріально-технічне забезпечення військ, маючи три паралельні номенклатури складових, які в більшості виготовляються в Російській Федерації, готувати три паралельні групи облікових спеціальностей танкістів, три спеціалізації фахівців по ремонту і обслуговуванню тощо. Така ситуація не відповідає невблаганним законам ринку, невиправдано витратна, і разом з тим ігнорування цих питань може направити розвиток танкобудування хибним шляхом, що негативно позначиться на термінах надходження у війська вітчизняного сучасного танка, переоснащення всіх військ взаємодіючою та забезпечуючою технікою та накладе додаткове навантаження на військовий бюджет країни.

Аналіз надходження модернізованих машин свідчить, що є підприємства з виробництва танків, які спроможні згідно визначених завдань забезпечити ЗСУ машинами, за показниками значно вищими не тільки Т-64, Т-72 чи російського Т-90, але і деяких сучасних танків країн Альянсу. Загалом, конструкторські та технологічні рішення, які були впроваджені в Т-84 У «Оплот», «Оплот-М,Т...», Т-84-120 «Ятаган», дозволяють вести мову про можливість поступової модернізації вже існуючого парку українських танків та розробку нових зразків бронетанкової техніки, в тому числі і під вже існуючі 120-мм артилерійські системи держав НАТО та перспективні [12, 13].

Таким чином, можна сміливо говорити про те, що у нашого військово-політичного керівництва є чітка програма розвитку такого важливого компонента Сухопутних військ, як танки. І вона поступово реалізується, причому з урахуванням можливостей як окремих вітчизняних виробників, так і бронетанкової галузі в цілому.

Технічні дискусії шляхів розвитку вітчизняного танкобудування неминучі щодо нового або глибоко модернізованого єдиного українського танка. На наше глибоке переконання, дискусії, незважаючи на гостроту проблеми, мають бути науково обґрунтовані і спиратися на вітчизняну промисловість. При цьому необхідно пам'ятати, що забезпечення працездатності зразка танка протягом усього життєвого циклу залежить від ресурсів ТО, під якими розуміються: експлуатаційна і ремонтна документація, допоміжне обладнання та матеріально-технічне забезпечення.

Між тим, автори статті не ставили перед собою за мету оцінити вплив процесу оновлення танкового парку військ, але усе вище визначене має орієнтувати на логіку військово-технічного розвитку системи сервіс-

ного обслуговування, в тому числі і обслуговування системи живлення двигуна повітрям для двигунів наявного парку танків.

7. В кінці 2014р. Центральним науково-дослідним інститутом ОВТ ЗСУ (далі Інститут) були проведені наукові дослідження з розроблення можливих варіантів переоснащення ЗСУ новими та модернізованими зразками ОВТ з розрахунком їхньої орієнтовної вартості. Результати досліджень та практичних розрахунків були надані Раді національної безпеки і оборони України [14]. Їх аналіз показує, що технічне переоснащення ЗСУ – справа дуже коштовна, і до цього треба підходити системно. Водночас одна з основних вимог до процесу технічного переоснащення – це безперервність. На думку фахівців Інституту, Україна у змозі освоїти розроблення та серійне виробництво необхідних зразків ОВТ для потреб ЗСУ.

Крім того, вважається, що закупівля закордонних бойових зразків ОВТ є недоцільною через існуючі міжнародні режимні обмеження, відносно високу вар-

тість самих зразків, їх експлуатації та бойового застосування. Як висновок, пропонується танкові підрозділи озброїти новими танками БМ «Оплот».

У той же час проектування та серійне виробництво необхідних зразків ОВТ для потреб ЗСУ має бути прив'язано до використання серії уніфікованих двигунів, що буде основою стандартизації заходів сервісного ТО, і в тому числі – системи живлення повітрям.

Україна є законодавцем у розробці і створенні танкових дизельних двигунів. Харківське конструкторське бюро з двигунобудування (ХКБД) створило цілий ряд виробів, що вже зарекомендували себе як в Україні, так і за кордоном [15–17]. На базі двигуна 5ТД створені двигуни 6ТД – двотактні опозитні 6-циліндрові дизельні двигуни та інші двигуни цієї модельної серії. Існують модифікації серій 6ТД-1, 6ТД-2, 6ТД-3, 6ТД-4 потужністю 1000, 1200, 1400 та 1500 к.с., технічні характеристики яких вказано в табл. 1.

Таблиця 1

Параметри	Двигуни				
	6ТД-1	6ТД-2Е	6ТД-3	6ТД-4	6ТД-1Р
Застосування	Танки Т-80УД, модернізовані Т-72	Танк «Оплот»	Танк «Т-84»	силова установка в МТВ для модернізації локомотивів і морських суден	«БРЕМ-84»
Габарити, мм	1602×955×581	1602×955×581	1602×955×581	2100×1105×606	1602×1093×581
Маса, кг	1180	1180	1220	1900	1220
Тепловіддача, х103 ккал/год	310	335	395		310
Тиск наддування, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	0.185 (1.85)	0.226 (2.3)		0.29 (2.9)	0.185 (1.85)
Питома витрата повітря, кг/с	1.55	1.85	2		1.55
Частота обертання, об/хв	2800	2600	2800	2450	2800
Питома витрата палива, г/е.к.с.-год (г/кВт-год)	158 (215)	155 (211)	160 (218)	155 (211)	158 (215)
Робочий об'єм, л	16.3	16.3	16.3	25.85	16.3
Кількість циліндрів	6	6	6	6	6
Хід поршня, мм	2×120	2×120	2×120	2×140	2×120
Діаметр циліндра, мм	120	120	120	140	120
Потужність, к.с. (кВт)	1000 (735)	1200 (882)	1400 (1029)	1500 (1100)	1000 (735)
Габаритна потужність, к.с./м <sup>3</sup> (кВт/м <sup>3</sup> )	1124 (826)	1350 (992)	1574 (1157)	1210 (887)	1124 (826)
Питома маса, кг/к.с. (кг/кВт)	1.18 (1.61)	0.98 (1.34)	0.86 (1.17)	1.27 (1.73)	1.22 (1.66)

Зазначені сучасні силові установки відповідають актуальним вимогам до танкового двигуна – компактні, надійні в роботі у різних кліматичних умовах, мають високі енергетичні показники, економічні та працюють на різних видах палива. Уніфіко-

ване сімейство сучасних двигунів надає можливість в Україні мати чітку програму розвитку танкобудування, а також здійснення заходів стандартизації сервісного ТО, і в тому числі – системи живлення повітрям.

Одержані висновки та системний аналіз публікацій вказує на те, що в ЗСУ використовуються різні моделі танків з різними силовими установками, які мають неадаптовану до теперішнього часу систему ТО. Крім того, в умовах ресурсних обмежень розрив між вимогами застарілої нормативно-технічної документації зразків танків і сучасними стандартами, привів до неможливості забезпечити якісне обслуговування системи живлення двигуна повітрям.

У сфері військового будівництва впроваджуються вітчизняні технічні стандарти. Створюються наукова і технічна база для розвитку вітчизняного воєнно-промислового комплексу. В Україні достатня промислова база для виготовлення українського танку з двигуном серії 6ТД та матеріально-технічних засобів сервісного обслуговування.

Метою даної статті є подання аналітичних оцінок стану ТО систем очищення двигунів танків ЗСУ, узагальнення технологій обслуговування повітроочисників (далі ПО) двигунів різної потужності для визначення підходів та наукового обґрунтування пошуку оптимальних інноваційних технологій сервісного обслуговування системи живлення повітрям двигуна основного українського танка на основі технологій з використанням новітніх синтетичних миючих засобів.

**Основний матеріал.** Забезпечення працездатності зразків танків протягом всього їх життєвого циклу залежить від надійності та ресурсу двигунів. Переважна більшість виходів з ладу рухомих деталей двигунів (від 80 до 90%) відбувається внаслідок руйнування поверхонь тертя. Затрати на відновлення двигунів в результаті тертя і зношування в державі дуже великі, причому щорічно вони збільшуються. Тому підвищення терміну служби двигуна і технологічного обладнання для обслуговування системи живлення повітрям значною мірою рівноцінне введенню у дію нових виробничих потужностей. Додатковими умовами такої роботи є грамотна експлуатація і ефективна система ТО.

Використання двигунів у польових умовах характеризується високою запиленістю повітря, що негативно впливає на ресурс роботи двигуна. Сучасний двигун внутрішнього згорання використовує приблизно від 50 до 4000 м<sup>3</sup>/год. повітря. Запиленість повітря може знаходитись у межах від 0,001 г/м<sup>3</sup> до 1 г/м<sup>3</sup>, а в особливих умовах експлуатації, наприклад, при русі в колоні, може досягати і до 2,5 г/м<sup>3</sup>. Тому система живлення двигуна повітрям повинна очищати повітря, що поступає до двигуна, від пилу.

Для кожного зразка двигуна співвідношення параметрів аеродинамічного опору і коефіцієнтів пропускання впливає на ступінь очищення повітря від пилу і дає можливість визначити параметри, що визначають основні характеристики систем очищення повітря для силових установок із двигунами будь-якої потужності [18–20].

Як правило, двигуни мають високий тиск в циліндрах, який забезпечується зменшенням зазорів в парі циліндр-гільза. Враховуючи це, дисперсність пилу, що міститься в повітрі очищеним повітроочисником, має

бути не більшою за зазорів у парі циліндр-гільза. Дисперсність пилу більших розмірів призводить до абразивного зношування циліндрів, що, в свою чергу, впливає на потужність двигуна. Чинниками такого стану є: зниження потужності, підвищена втрата масла системи мащення та погіршення пускових характеристик двигуна.

На двигунах зразків танків [1–3, 21, 22] використовують системи очищення повітря з різними технічними характеристиками та періодичністю обслуговування, наведеними в табл. 2.

З оцінки даних табл. 2 видно, що найбільш поширеними варіантами системи очищення повітря є комбінована багатоступенева система (Т-64, Т-72, Т-84) і одноступенева на базі вискоефективних циклонів інерційного типу (Т-80). При цьому багатоступенева система передбачає наявність циклонних апаратів і абсолютних фільтрів.

На даний час, в ЗСУ лише на танку Т-80 з двигуном ГТД-1000ТФ (див. табл. 2) в системі очищення повітрям використовуються одноступінчасті повітроочисники з ефективністю очищення 98,5% за ТГХ і реальною 97%. При експлуатації двигуна планове ТО повітроочисника не проводиться (ПО не обслуговуються).

Під час позапланового ТО танка Т-80 згідно керівництва з експлуатації [3, 21] рекомендується очищення ПО, якщо двигун не заводиться або впала його потужність. Хоча досить поширені випадки забиття ПО снігом (особливо в снігопад чи заметіль), про забиття їх піском нічого не відомо. При експлуатації в умовах запиленості повітря  $< \text{або} = 2,5 \text{ г/м}^3$  (подібну запиленість створюють колони бронетехніки, що рухаються по пересіченій місцевості або на ґрунтових дорогах), що приводить до спікання пилу в проточній частині двигуна, виробник гарантує відповідно паспортних характеристик двигуна – 500 годин гарантійної роботи (далі ремонт з заміною гарячої частини) і 1000 годин призначеного ресурсу.

При експлуатації в умовах запиленості потрібно переключити в автоматичний режим системи здування пилу (продуває з балонів стисненим повітрям двигун приблизно через 120 секунд після припинення подачі туди палива).

При експлуатації в умовах лесової запиленості:

- заборонялося використовувати дизельні види палива;

- потрібно включити режим «віброочистка» і здійснювати її (вимагає п'ятихвилинної стоянки) у трьох випадках: при кожному запуску двигуна після тривалих стоянок, перед кожною зупинкою двигуна, при загорянні сигнальної лампи «включити АВ» (загоряється через кожні 2 години роботи двигуна).

З ПО ГТД-1000ТФ за допомогою вентиляторів і повітроводів здійснюється видалення пилу з блоків циклонів та за допомогою «віброочистки» системи здува пилу здійснює самоочищення проточної частини двигуна. Таким чином, планове ТО ПО системи живлення двигуна не передбачено. Разом з тим, аналіз експлуатації машини свідчить про необхідність передбачити додаткові роботи з ТО системи живлен-

ня повітрям даного двигуна.

Таким чином, існуюче уявлення про недоцільність високого ступеня очищення повітря для газотурбінних двигунів повністю не виправдало себе, і з'явилися додатково проблеми, пов'язані з налипан-

ням на робочі лопатки турбіни дрібнодисперсного лесового пилу. При роботі в умовах лесової запиленості (враховується в формулярі двигуна) година роботи двигуна йде за три години ресурсу [3, 21].

Таблиця 2

Характеристика	Двигуни, значення показника				
	В-46-6	В-84-1	5-ТДФ	6 ТД-1(2)	ГТД-1000ТФ
Тип	Двоступенева, з інерційною та контактною ступенями очищення повітря і ежекційним видаленням пилу		Двоступенева, із сухим інерційним способом очищення повітря, з автоматичним видаленням пилу	Триступенева з ежекційним видаленням пилу	Одноступеневий (циклонний) інерційного типу з захисною сіткою блоку повітроочисника
Ступені очищення:	перший	Касетний циклонний апарат	Інертні ґрати, виконані в спеціальному бункері	Інертні ґрати, виконані в спеціальному бункері, касетний циклонний апарат	Касетний циклонний апарат, додаткові: повітряний фільтр соплового апарата високого тиску та фільтр повітря наддуву порожнин опор
	другий	Трьохшарові касети	Безкасетний повітроочисник циклонного типу	Двошарова касета	
Ступінь очищення повітря	Перша ступінь – 99,4% Друга ступінь – 99,8%		Друга ступінь – 99,8%	Перша ступінь – 99,78% Друга ступінь – 99,85%	Ефективність очищення – 98,5%
Періодичність обслуговування повітроочисника (ПО)	При досягненні граничного супротиву (розрідженні) в головці ПО про, що вказує сигнальна лампа на щитку механіка-водія (під час сезонного обслуговування – проми-ти)		Через 400 год. роботи двигуна (у випадку забруднення маслом, відпрацьованими газами, підсмоктування повітря, деформації циклонів і корпусу)	Через 400 год. роботи двигуна промивати циклонний апарат, касети з отриманням сигналу про забивання касет (на табло ТС-5 мигає в повне напруження лампа ПО, звуковий сигнал отримується по АВСК)	Не проводиться обслуговування ПО. Відсутність обслуговування ПО призводить до додаткового обслуговування двигуна. Обслуговують – повітряний фільтр соплового апарата високого тиску та фільтр повітря наддуву порожнин опор при ЩТО, ТО-1, ТО-2

У реальних умовах експлуатації танків Т-64БВ з двигунами 5-ТДФ двоступенева циклонна система із сухим інерційним способом очищення повітря, з автоматичним видаленням пилу забезпечує досить високу ступінь очищення повітря, що надходить у двигун (див. табл. 2). Однак при забрудненні захисних сіток, циклонних апаратів з різних причин (попадання масла, палива, бруду, закупорка циклонів) якість очищення значно погіршується, і в двигун йде практично неочищене повітря (зі вмістом пилу більше допустимого).

Замаслення циклонів повітроочисника, а також утворення нагару на стінках їх внутрішніх порожнин може відбутись також через:

- прорив вихлопних газів через горизонтальний роз'єм газоходу або з'єднання вихлопних колекторів;
- наявність пального і масла на днищі силового відділення машини;
- захоплення вихлопних газів повітроочисником при роботі машини з розташування корми поблизу стінки сховища, стінки окопу або корми сусідньої машини з працюючим двигуном.

При експлуатації танка в таких умовах починається інтенсивне зношування двигуна [7, 20]. Після 4–5 годин експлуатації в таких умовах двигун повністю виходить із ладу.

Отже, характером стану системи живлення повітрям двигуна під час експлуатації передбачено обсяг комплексу заходів ТО, що визначено в інструкції по

експлуатації зразка 447А [1].

Згідно з інструкцією із експлуатації, ПО промивається за потреби в спеціальній установці (СПП) із експлуатаційного комплексу. Технологічний процес промивання ПО базується на фізико-хімічному способі очищення (струминний і у ваннах) і полягає в тому, що забруднення з поверхонь деталей видаляють розчинами різних препаратів або спеціальними розчинниками у відповідних умовах (режимах). Основні умови високоякісного фізико-хімічного очищення водними розчинами: ефективні миючі властивості розчину; його висока температура (75–95°C); вібруючий потік або струмені під значним тиском. Технологічний цикл промивання повітроочисників визначає застосування порошків для миття «Циклон» і МС–8. Зазначений спосіб набув найширшого застосування у ремонтних частинах під час проведення ремонту та ТО. При цьому, розрив між вимогами інструкції із експлуатації зразка [1] з можливостями їх реалізації (відсутність СПП, порошків) привів до стихійного виникнення великої кількості варіантів обслуговування ПО з недостатньою ефективністю в частинах ЗСУ [7].

У випадку відсутності в експлуатаційному комплекті установки для промивання повітроочисника допускається виконувати промивання в ванні з уайт-спіритом. В цьому випадку, необхідно мати дві ванни ємністю 350–400 і 300 л, а також 300 л уайт-спіриту для миття, 250 л підігрітої води для полоскання.

Водночас, рівень укомплектованості частин і підрозділів СВ ЗС України стаціонарними та експлуатаційними комплектами СПП дуже низький, наявні стенди відзначаються технічною недосконалістю, моральним і фізичним старінням. Стаціонарне паркове обладнання та обладнання в машинах ТО (МТО-80) стендів, ванн для обслуговування ПО не передбачені [7, 23, 24].

Типовим варіантом багатоступінчастої системи очищення повітря є система, реалізована на танку Т-72 з двигунами В-46-6, В-84-1, табл. 2. Перший ступінь очищення повітря виконано на базі циклонів інерційного типу порівняно невисокого аеродинамічного опору. Другий ступінь очищення складається з тришарової касети, один шар якої просочений дизельним паливом, другий – маслом, що застосовується в системі змащення двигуна.

Роботи із обслуговування ПО системи живлення двигуна здійснюються при досягненні граничного спротиву (розрідженні) у верхній частині ПО, про що вказує сигналізатор граничного забруднення СДУ-1А-0.12, сигнальна лампа якого розташована на щиті контрольних приладів механіка-водія, та звуковий сигнал по апаратурі внутрішнього зв'язку (АБСК). Також передбачено обслужити ПО при переході на літню чи зимову експлуатацію [2]. Здійснюють обслуговування ПО за допомогою індивідуальних засобів, які додаються до кожної машини (ЗІП машини) [2] та засобами машин ТО (МТО) [24], що є основним способом миття у польових умовах.

У пункті технічного обслуговування і ремонту (ПТОР) військових частин використовується паркове обладнання бронетанкового озброєння [23] (стаціонарні засоби) для обслуговування ПО двигунів В-46-6, В-84-1.

Під час реформування ЗСУ з кінця 90 років минулого століття і до 2014р. зразки Т-72 були виведені з експлуатації та знаходились на зберіганні в центральних базах, що склало основу для списання та утилізації засобів проведення сервісного обслуговування машин. З початкового етапу бойових дій на сході держави прийнято рішення про відновлення та модернізацію машин серії Т-72 для оснащення нових частин ЗСУ.

Технологічним процесом обслуговування ПО двигуна машини [2] в польових умовах передбачено застосовувати наступні матеріально-технічні засоби: комплект устаткування агрегату МЗА-3; ванни для обслуговування (промивання) та промаслювання і стікання масла з касет; йоржик; змазка Літол-24 (1 кг); дизельне пальне (100 л); масло моторне (25 л).

Технологічний процес миття касет ПО передбачає: ретельно промити кожну касету з обох сторін. Миття здійснювати направленим струменем палива на поверхню касети, попередньо покладеної на пальці у ванні промивання, використовуючи МЗА-3 та роздатковий кран РК-25 із сопловою насадкою. Касети промивати в наступному порядку: верхня, середня, нижня. Потім замінити паливо і повторити промивання у тій же послідовності. Для прискорення промивання касет рекомендується перед промиванням видалити з нижньої касети пил шляхом легкого її обстукування, використовуючи дерев'яний предмет.

Після промивання нижню касету просочити чис-

тим паливом, а верхню і середню – маслом шляхом занурення. Масло має бути підігрітим до 100°C. Допускається просочення касет маслом, нагрітим до 60–80°C. Після просочення дати стекти надлишку палива і масла, встановивши касети в ванну під кутом 60–75°C.

Орієнтовна тривалість стікання масла з касет в залежності від його нагрівання становить: при температурі масла 60 °С – 2 год.; при 80 °С – 1,5 год.; при 100 °С – 0,5 год..

Очищення внутрішньої поверхні центральних патрубків циклонів від пилу здійснюється йоржиком.

Міжкasetні повстяні прокладки промити в дизельному паливі, змастити змазкою ЛІТОЛ-24 і встановити на місце. Касети встановити написами «НИЖНЯ», «СЕРЕДНЯ», «ВЕРХНЯ» в сторону патрубка очищувача повітря (до нагнітача) і закріпити їх планками.

У польових умовах для обслуговування ПО використовується МТО [24] з наступним обладнанням та матеріальними засоби: стенд для промивання касет ПО; ванна для промаслювання касет ПО; ванна (протигень) для стікання палива, масла з касет; йоржик; змазка Літол-24; дизельне паливо (200 л); масло двигуна (55 л). Обладнання застосовується при працюючому двигуні МТО або при застосуванні промислової електромережі живлення 380/220В.

Технологічний цикл промивання касет повітроочисників здійснюється із використанням дизельного пального у стенді для промивання касет. Принцип миття касет полягає у різкому переміщенні і ударі об поверхню промивочної рідини з частотою 70 ударів на хвилину. З кожним подвійним ходом рамка з касетою повертається приблизно на 1/10 оберту навколо своєї осі, ударяючись об рідину новим місцем при кожному зануренні протягом 4–5 хвилин.

Промаслювання касет передбачено нагрітим маслом (60°C) у ванні. Через 1–2 хв. після занурення касета на лотку піднімається та утримується над маслом до появи каплепадіння з наступним переміщенням касети до ванни (протигеня) для подальшого стікання масла під нахилом 60–75°. Інші операції аналогічні, по суті, вищевикладеному. Технологічні картки обслуговування ПО закріплені на обладнанні, що використовується та описано в інструкціях машин [2, 24].

З вищевикладеного зрозуміло, що рівень оснащення засобами для обслуговування ПО двигунів танків Т-72 дуже низький. При обслуговуванні ПО V-подібних двигунів використовується обладнання тільки для них (спеціалізоване). Крім того, передбачена витрата значної кількості паливо-мастильних матеріалів для обслуговування ПО, має трудомісткі операції, адаптовані до промислової електромережі живлення 380/220В, в польових умовах має залежність від двигуна МТО.

Для українських танків за розмірами моделі танка 478Б [12,13,22] (прототипу танка Т-80УД) створена нова багатоступенева система очищення повітря танку БМ «Оплот» (Об'єкт 778ДУ9-1і 478ДУ9Т), яка на сьогоднішній день є базовою і застосовується на всіх броньованих об'єктах, створених ДП ХКБМ ім. О. О. Морозова (див. табл. 2).

Багатоступенева система, у складі якої як перша



ступінь використовується інерційна решітка, друга ступінь – циклонний апарат високої ефективності – з коефіцієнтом пропуску не гірше 0,2%, третя ступінь – двошарова касета, одна з яких просякнута паливом, інша – маслом двигуна.

При ТО для ефективної роботи системи живлення повітрям двигуна слід досягнути виконання основного правила: циклони та ежектор пиловидалення ПО мають бути постійно чисті, тоді очищення та видалення (відсмоктування) пилу буде здійснюватись автоматично, що, в свою чергу, є основою нормальної експлуатації двигуна. Нагар, налипання бруду, замаслення внутрішніх стінок циклонів значно зменшують швидкість повітря під впливом відцентрових сил. Нові частинки пилу вже не відкидаються у пиловловлювач, а через центральні трубки циклонів поступають у головку повітроочисника і затримуються накопичувальними касетами.

Аналогічний ефект спостерігається при замасленні інерційних решіток бункера першого ступеню очищення повітря, призначення якого – очищення повітря від крупних частинок пилу, бруду, сторонніх предметів.

Інформацію механіку-водію про стан системи живлення двигуна повітрям, надає датчик сигналізації граничного опору (СДУ-1А) принцип роботи якого ґрунтується на різниці тиску атмосферного повітря, що поступає в двигун. При спрацьовуванні датчика видається світловий (аварійний) сигнал на табло ТС-5 (ТІУС-МВ) та звуковий сигнал на апаратурі внутрішнього зв'язку (АБСК-1).

Роботи із обслуговування системи живлення двигуна повітрям передбачають очищення захисних сіток на кришці моторно-трансмисійного відділення (МТВ) та бункеру, інерційних ґрат (решіток) бункера, швидко-знімної сітки повітроочисника, промиванні касет, циклонного апарату і пиловловлювача з ежектором.

Також в технічних умовах передбачено, що при піднятій кришці МТВ необхідно оглянути вхідні патрубків циклонів на присутність масла, нагару. Замаслені бункер із захисною сіткою першого ступеня і швидко-знімна сітка ПО промиваються в уайт-спіриті. При цьому ретельно контролюється стан вхідних патрубків циклонів. При їх замаслюванні, виконується позачергове промивання циклонного апарату та ежектора пиловидалення ПО.

Промивання касет ПО передбачено виконувати при отриманні сигналу про забиття касет, промивання циклонного апарату – через 400 год. роботи двигуна.

Після промивання нижню касету просочити чистим паливом, а верхню – просочити маслом двигуна (температура масла 60–100° С) шляхом занурення на 5 хв.. Після просочення дати стекти надлишку палива і масла, встановити касети в ванну на короткий бік під кутом 60–75°. Тривалість стікання масла з касет при температурі навколишнього повітря 5–40° С, в залежності від його нагрівання становить не менше: при температурі масла 60° С – 2 год.; при 80° С – 1,5 год.; при 100° С – 0,5 год..

Повстяті ущільнювачі касет промивають дизельним паливом, змащують будь-якою консистентною

змазкою та вкладають в обичайки при встановленні касет в верхню головку ПО перед кріпленням.

Обслуговування ПО: касет – дизельним паливом; циклонів – спеціальним водним розчином – здійснюється в установці для промивання (миття) (СПП), яка знаходиться в груповому ЗІП (груповий ЗІП надається для ТО 30 машин). Ванни для нагрівання масла та промаслення касет не передбачено. При застосуванні установи (СПП) для промивки ПО промивку здійснювати за технологічною інструкцією, наданої до СПП [22].

На теперішній час, стаціонарного паркового обладнання та польових установок для обслуговування ПО двигунів 6-ТД(1,2) в ЗСУ немає, наказами та посібниками не передбачено.

Таким чином, з вищевикладеного можливо зробити наступні висновки:

- обслуговування циклонного апарату ПО двигуна 6ТД, ПО двигуна 5-ТДФ здійснюється за потребою;
- обладнання для обслуговування ПО двигунів В-46, В-84 неможливо використовувати для обслуговування ПО двигунів 5-ТДФ, 6ТД у зв'язку з особливостями конструкції та розмірами складових;
- установку (СПП) обслуговування ПО двигуна 5-ТДФ неможливо використовувати для обслуговування циклонного апарату ПО двигуна 6ТД у зв'язку з особливостями конструкції та розмірами складових ПО;
- технологічні операції промивання касет ПО двигуна 6ТД виконуються по аналогії як для ПО двигунів В-46, В-84 з використанням великої кількості дизельного пального;
- технологічні операції просочування касет ПО двигуна 6ТД виконуються по аналогії для ПО двигунів В-46, В-84 з використанням дизельного палива та масла двигуна;
- технологічний процес обслуговування ПО двигуна 5-ТДФ і циклонного апарату ПО двигуна 6ТД ідентичний, промивання здійснюється в установках з використанням водяного миючого розчину; промивання циклонів ПО двигунів В-46, В-84 не передбачено, очищується йоржином;
- незначна наявність в ЗСУ обладнання для обслуговування ПО двигунів В-46, В-84, 5-ТДФ та взагалі відсутність для двигуна 6ТД.

Таким чином, надавши аналітичну оцінку технологій ТО ПО двигунів різної конструкції, визначимо підходи для надання пропозицій щодо оптимізації системи сервісного обслуговування системи живлення повітрям силових установок.

Існуючий парк танків і надалі буде використовувати двигуни серії В-46, В-84, 5-ТДФ, 6ТД.

В умовах ресурсних обмежень універсальний перспективний СПП вітчизняного виробництва повинен мати модульну будову та уніфіковану загальну складову для здійснення миття ПО та касет різної конструкції двигунів.

При проектуванні для серійного виробництва уніфікованого СПП необхідно брати за основу габаритні розміри та технологію обслуговування ПО двигуна серії 6ТД танка БМ «Оплот» адаптовану до новітніх миючих засобів.

Створення перспективних технологій технічного



сервісу для уніфікованого СПП та касет має відбуватись паралельно на базі розробленої моделі майбутнього танка для СВ ЗСУ та стати основою стандартизації заходів сервісного ТО і, в тому числі, системи живлення повітрям двигунів інших зразків танків.

Для чіткого розуміння ситуації, технології обслуговування ПО з використанням миючих засобів таких як дизельне паливо, бензин, уайт-спирит, гас при ТО циклонів та касет повітроочисників, що описані вище та використовувались в радянський час, самі по собі коштовні та пожежонебезпечні, їх використання в умовах ресурсних обмежень економічно недоцільне.

В сучасних умовах, автори статті [7] розглядають технології обслуговування ПО на основі застосування синтетичних миючих засобів (СМЗ) для видалення відкладень сажі, пилу, мастила і дизельного палива на внутрішніх поверхнях циклонів (асфальтосмолистих відкладень, нагару).

Перелік та основні властивості сучасних миючих засобів (СМЗ) за фізико-хімічним способом очищення розглянуто в роботі [7] стосовно ПО двигуна танків серії Т-64. Запропоновано використовувати наступні СМЗ, такі як МС-15, Лабомід-101(102,315), Темп-100 (100А) та інші, які в достатній кількості виробляються в Україні [25].

Ці препарати – синтетичні миючі засоби, суміші лужних солей і поверхнево-активних речовин, що виготовляються промисловістю у вигляді білого й світло-жовтого порошку або гранул. Ці миючі засоби нетоксичні, негорючі, вибухобезпечні, добре розчиняються у воді і забезпечують очищення деталей з чорних та кольорових металів в одному потоці без спеціального споліскування.

Такі препарати можливо застосовувати з найбільш перспективними і поширеними з існуючих на сьогоднішній день технологіями очищення та миття забруднень. Способи видалення забруднень, такі як, струменеві та пароструменеві; гідроабразивні; циркуляційні з активацією розчинів за допомогою гвинтів чи вібрації – передбачають використання різноманітних розчинів СМЗ.

При обслуговуванні струменевими стендами (машинами) застосовують порошки «Лабомід 101», МЛ-51 і МС-6, оскільки вони не утворюють піни. Концентрація водного розчину – 1...2,5 %, температура мийки – 70...80 °С.

Для миття у ваннах готують розчини порошків «Лабомід 203», МЛ-52 і МС-8 концентрацією 2...3,5 %, температура мийки 80... 100 °С.

Останнім часом випускаються препарати, які розчиняють забруднення і при кімнатній температурі. Деталі занурюють у рідини АМ-15, «Лабомід 315» або «Ритм 76» і після витримки в них обполіскують в будь-яких синтетичних миючих водних розчинах при температурі 50...60 °С. Ці рідини містять трихлоретилен і диметилбензен, тому вони отруйні та вогнеонебезпечні і вимагають особливих заходів безпеки.

«Лабомід-311» містить (% за масою): трихлоретан – 60, трикрезолу – 30, синтанол ДС-10 – 5, алкилсульфатів – 5. Для застосування готують суміш зазначених компонентів в гасі або воді в концентраціях від 5 до 100% (за масою). Засіб застосовують для розчинення

і видалення асфальтено-смолистих забруднень з поверхні деталей. Очищення здійснюють за температури 20°С.

«Лабомід-312» містить (%за масою): трихлоретан – 60, трикрезолу – 30, Синтанол ДС-10 – 5, алкилсульфатів – 5. Використовують для запобігання тих же забруднень, що і «Лабомід-311». Для очищення деталі відмочують у водному розчині препарату (1:0,25) або в розчині гасу (1:1) протягом 10-20 хв. за температури 20–30°, після чого споліскують в лужному розчині протягом 2–3 хв..

«Лабомід-315» («Ритм») включає хлорований розчинник, аліфатичні або ароматичні вуглеводні, ПАВ, солі карбонових кислот і воду. Застосовують в 100%-ій концентрації для усунення вуглецевих відкладень. Ритм дає можливість здійснювати очищення виробів від асфальтено-смолистих забруднень за кімнатної температури в 2–3 рази швидше, ніж препарат АМ-15, і в 4-6 разів швидше, ніж СМС. При збільшенні витримки до 2-3 год. «Лабомід-315» («Ритм») очищає вироби від забруднень, близьких до нагаровидних.

Також існують інші технології очищення з використанням СМЗ.

Аналіз даних статті [7] показує, що миючі засоби необхідно використовувати для миття повітроочисника в СПП за фізико-хімічним способом очищення. Також слід зазначити, що «Лабомід-315» застосовується без підігрівання розчинів (при 15–20°С) і без механічного впливу. При зануренні забрудненого повітроочисника мастило і смоли розчиняються, а тверді нерозчинні частинки (карбени, карбоїди, продукти спрацювання і тощо) що залишилися на поверхні, покриваються плівкою поверхнево-активних речовин. При наступному промиванні у слаболужному розчині поверхні деталей стають досить чистими.

Очищення без підігріву в органічних розчинниках виконують у спеціальних стаціонарних або пересувних ваннах. Цей вид очищення має низку переваг: повне виключення агресивної дії на метал, немає потреби в підігріванні, можливе очищення деталей складного профілю. «Лабомід-315» відновлює пропускну здатність фільтрувальних елементів (циклонів), негорючий, вибухобезпечний і легко регенерується. За характеристиками та властивостями підходить для промивання повітроочисника у стаціонарних та польових умовах у ванні.

У той же час деталі ПО двигунів серії В-46, В-84, 5-ТДФ, 6ТД танків можливо мити (обслуговувати) в аналогічних розчинах синтетичних миючих препаратів, які ефективні із-за вмісту в них поверхнево-активних речовин і нейтральні по відношенню до кольорових металів.

Ефективність СМЗ вітчизняного виробництва необхідно додатково дослідити конкретно для ПО двигунів вказаних вище серій. Провівши дослідження ефективності СМЗ надати затверджені, стандартизовані технології обслуговування ПО.

На думку авторів, враховуючи виключну важливість прийнятих завдань щодо модернізації танків серії Т-64, Т-72, Т-84, співставлення їх із реальною ситуацією наявного обладнання та технологій для ТО ПО в ЗС України та можливостями воєнно-промислового ком-

плексу, необхідно терміново прийняти рішення для покращення ефективності ТО ПО двигунів, використовуючи надані результати дослідження.

**Висновки.** Обслуговування різної серії танків в ЗСУ відбувається за застарілими стандартами та технологіями, що вимагає створення єдиної (уніфікованої) системи ТО ПО двигунів парку машин.

Система живлення двигунів повітрям перспективних зразків танків, як у стаціонарних, так і у польових умовах потребує ефективної системи технічного сервісу для стабільної роботи двигунів, що, в свою чергу, вимагає розробки новітніх модульних стендів (обладнання) для оснащення сервісних підрозділів ЗСУ.

Технічне переоснащення ЗСУ новітніми зразками танків вимагає стандартизації технологічних циклів обслуговування ПО двигунів з використанням існуючих новітніх синтетичних миючих засобів.

Технологія обслуговування ПО двигунів танків має бути уніфікованою для серії сучасних двигунів танків із перспективою обслуговування ПО двигуна серії 6ТД.

Створення перспективних технологій технічного сервісу для уніфікованого СПП та касет має відбуватися паралельно на базі розробленої моделі майбутнього танка для СВ ЗСУ та стати основою стандартизації заходів сервісного ТО і, в тому числі, системи живлення повітрям двигунів інших зразків танків.

Враховуючи викладене, вирішення злободенних задач ТО ПО для забезпечення надійної та стабільної роботи двигуна з дотриманням технічних норм та стандартів, відбудеться тільки тоді, як ми відмовимось від застарілих стандартів і зрозуміємо, що прогрес в техніці не зупинити, і потрібно здійснити перехід до використання в ЗСУ єдиного сучасного танка, відповідаючи концепціям та реальним викликам розвитку ЗСУ.

#### Список літератури

1. *Объект 447А (437А). Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Книга 2.М:* Воениздат, 1985. 742 с.
2. *Танк Т-72А. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Книга 2. Ч.1, 2. М:* Воениздат, 1989.
3. *Об'єкт 219. Технічний опис та інструкція з експлуатації. Книга 2. М.,* Воениздат, 1979.
4. Середенко М.М., Кузьменко Р.В., Хорев Р.В., Кізло Л.М. Аналіз форм і способів застосування Сухопутних військ в сучасних умовах, які впливають на розвиток ОВТ, засоби технічного забезпечення, підготовки технічних спеціалістів. *Військово-технічний збірник*. Львів, НАСВ, 2017. № 16.
5. Морозов О. О., Берченко І. Є. Методика розміщення центрів з обслуговування та ремонту озброєння і військової техніки. *Збірник наукових праць Національної академії Національної гвардії України*. 2015. Вип. 2. С. 92–96.
6. Гуляев А. В., Зубарев О. В., Канищев В. В., Колодяжний В. Б. Підвищення ефективності функціонування системи ТО та ремонту озброєння та військової техніки. *Озброєння та військова техніка*. 2016. № 2. С. 43–48.
7. Довгопол Ю.І., Долгов Р.В., Кадиляк А.Т., Степанов С.С., Чорний М.В. Напрямки підвищення ефективності ТО системи ТО системи живлення двигуна повітрям основних зразків танків (Т-64БВ, Т-64БМ). *Військово-технічний збірник*. Львів, НАСВ, 2018. С. 44–51.
8. Указ Президента України №240/2016 «Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 20 травня 2016 року «Про Стратегічний оборонний бюлетень України» від 6 червня 2016 р. [Електронний ресурс] / Офіційне інтернет-представництво Президента України. – Режим доступу: <http://www.president.gov.ua/documents/2402016-20137> (06.06.2016).
9. Павловський І. В. Стратегічний оборонний бюлетень України – правова основа реформування Збройних Сил і вдосконалення

військово-технічної політики України (перебіг виконання, завдання на майбутнє, труднощі). *Наука і оборона*. Київ, НУОУ, 2018. № 2.

10. Бровченко Ю. Концепція реформування та розвитку оборонно-промислового комплексу України (Концепція державної цільової програми-2021) *Матеріали шостої міжнародної конференції*, Київ, Центр Разумкова, 2017.
11. Чупріна М.О., Балашук Н.М. Напрямки удосконалення матеріально-технічного забезпечення діяльності підприємств в умовах ресурсних обмежень. *Збірник наукових праць «Сучасні підходи до управління підприємством»*. Київ: КПІ, 2017, С. 113–122.
12. Попович Д. Так буде танк. Коли в Україні з'явиться озброєння майбутнього. *Фокус*. <https://focus.ua/technologies/399775/>
13. Рудомський Р. Модернізований Т-84: Яке друге життя отримає прототип "Оплота" [Електронний ресурс] <https://www.depo.ua/ukr/war/modernizovaniy-t-84>
14. Чепков І. Б., Борохостов В. К., Рябець О. М., Борохостов І. В. Технічне переоснащення Збройних Сил України: можливі варіанти й орієнтовна вартість. *Наука і оборона*. 2015. № 1.
15. Алехин С. А., Грицюк А. В., Краюшкин И. А. и др. Современные дизельные двигатели разработки КП "Харьковское конструкторское бюро по двигателестроению". *Двигатели внутреннего сгорания*. 2006. № 1. С. 4–8. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/645>
16. *Аналитика: Бронетехника Украины: итоги, потенциал, перспективы*. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://old.flot2017.com/posts/new/bronetehnika\\_ukrainy\\_itogi\\_potencial\\_perspektivy](https://old.flot2017.com/posts/new/bronetehnika_ukrainy_itogi_potencial_perspektivy)
17. *Презентация специальных дизелей ХКБД (3ТД, 6ТД)* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.lj-top.ru/post/andrei\\_bu/667022](https://www.lj-top.ru/post/andrei_bu/667022)
18. Климов В.Ф., Михайлов В.В., Кудреватых Д.Н., Шипулин А.А. Модульный метод проектирования систем очистки воздуха для объектов бронированной техники. *Интегрированные технологии и энергосбережение*. 2013. № 1. С. 18–21.
19. Климов В.Ф., Магерамов Л.К.-А., Михайлов В.В., Шипулин А.А. К вопросу выбора эжектора системы очистки воздуха танков с двухтактными двигателями [Текст]: *Интегрированные технологии и энергосбережение*. Харьков: НТУ "ХПИ", 2014. №3.
20. Борисюк М.Д., Климов В.Ф., Анилко О.Б., Магерамов Л.К.-А., Колбасов А.Н., Кудреватых Д.Н. Высокоэффективная система очистки воздуха для военных гусеничных машин [Текст]. *Интегрированные технологии и энергосбережение*. Харьков: НТУ "ХПИ", 2008. № 2.
21. Танк Т-80Б. Объект 219. Памятка экипажу по эксплуатации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.google.com/search>
22. *Техописание и инструкция по эксплуатации Изделие 478Б (танк Т-80УД). ТО и ИЭ. 2 часть* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [sergbukarevua.wixsite.com/voenlit/single-post/...](http://sergbukarevua.wixsite.com/voenlit/single-post/...)
23. Баранов Ю.Е., Бутенко Э.В., Виноградов В.С. и др. *Парковое оборудование бронетанкового вооружения и автомобильной техники. Пособие*. К. 1, 2. М.: Воениздат, 1989. 379с.
24. *Мастерская технического обслуживания МТО-А-80. Техническое описание и инструкция по эксплуатации*. М. Воениздат, 1985. 189 с.
25. Волошина С.В., Козлова В.В. Стан і перспективи розвитку ринку синтетичних миючих засобів в Україні. *Економіка та суспільство*. 2017. № 10. С. 222–225.

#### References (transliterated)

1. *Ob'ekt 447A (437A). Tehnicheskoe opisanie i instruksiya po ekspluatatsii. Kniga 2.М:* Voenizdat, 1985. 742 p.
2. *Tank T-72A. Tehnicheskoe opisanie i instruksiya po ekspluatatsii. Kniga 2.Ch.1, 2. М:* Voenizdat, 1989.
3. *Ob'ekt 219. Tehnichniy opis ta instruksiya z ekspluatatsiyi. Kniga 2. М.,* Voenizdat, 1979.
4. Seredenko M.M., Kuzmenko R.V., Horev R.V., Kizlo L.M. Analiz form i sposobiv zastosuvannya Suhoputnih viysk v suchasnih umovah, yakі vplivayut na rozvitok OVT, zasobi tehnicznogo zabezpechennya, pidgotovki tehnicznih spetsialistiv. *Vijskovovo-tehnicznii zbirknik*. Lviv, NASV, 2017, no. 16.
5. Morozov O. O., Berchenko I. E. Metodika rozmishchennya tsentriv z obslugofovuvannya ta remontu ozbroennya i viyskovoyi tehnik. *Zbirknik naukovih prats Natsionalnoi akademii Natsionalnoi gvardiyi Ukrayini*. 2015, vol. 2, pp. 92–96.
6. Gulyaev A. V., Zubarev O. V., Kanishev V. V., Kolodyazhnyi V. B. Pidvischennya efektyvnosti funktsionuvannya sistemi TO ta remontu ozbroennya ta viyskovoyi tehnik. *Ozbroennya ta viyskova tehnik*. 2016, no. 2, pp. 43–48.

7. Dovgopol Yu.I., Dolgov R.V., Kadilyak A.T., Stepanov S.S., Chorniy M.V. Napryamki pidvischennya efektyvnosti TO sistemi TO sistemi zhivlennya dviguna povitryam osnovnih zrazkiv tankiv (T-64BV, T-64BM). *Viyskovo-tehnichnyi zbirnik*. Lviv, NASV, 2018, pp.44–51.
8. Ukaz Prezidenta Ukrayini N 240/2016 «Pro rishennya Radi natsionalnoyi bezpeki i oboroni Ukrayini vid 20 travnya 2016 roku «Pro Strategichnyi oboronniy byuleten Ukrayini» vid 6 chervnya 2016 r. [Elektronnyi resurs] / Ofitsiynye Internet-predstavnitstvo Prezidenta Ukrayini. – Rezhim dostupa: <http://www.president.gov.ua/documents/2402016-20137> (06.06.2016).
9. Pavlovskiy I. V. Strategichnyi oboronniy byuleten Ukrayini – pravova osnova reformuvannya Zbroynih Sil i vdoskonalennya viyskovo-tehnichnoyi politiki Ukrayini (perebig vikonannya, zavdannya na maybutne, trudnoschi). *Nauka i oborona*. Kyiv, NUOU, 2018, no. 2.
10. Brovchenko Yu. Kontseptsiya reformuvannya ta rozvitku oboronno-promislovogo kompleksu Ukraini *Kontseptsiya derzhavnoyi tsilovoyi programi-2021. Matersali shostoYi mizhnarodnoyi konferentsiyi*, Kyiv, Tsentr Razumkova, 2017.
11. Chuprina M.O., Balashuk N.M. Napryamki udoskonalennya materialno-tehnichnogo zabezpechennya diyalnosti pidpriemstv v umovah resursnih обмежен. *Zbirnik naukovih prats «Suchasni pidhodi do upravlinnya pidpriemstvom»*. Kyiv: KPI, 2017, pp. 113–122.
12. Popovich D. Tak bude tank. Koli v Ukraini z'yavitsya ozbroennya maybutnogo. *Fokus*. <https://fokus.ua/technologies/399775/>
13. Rudomskiy R. *Modernizovaniy T-84: Yake druge zhittya otrimaE prototip «Oplota»* [Elektronnyi resurs] / <https://www.depo.ua/ukr/war/modernizovaniy-t-84>
14. Chepkov I. B., Borohvostov V. K., Ryabets O. M., Borohvostov I. V. Technichne pereosnaschennya Zbroynih Sil Ukraini: mozhlivi varianti y orientovna varist. *Nauka i oborona*. 2015, no. 1.
15. Alyohin S. A., Gritsyuk A. V., Krayushkin I. A. i dr. Sovremennyye dizelnyie dvigateli razrabotki KP «Kharkovskoe konstruktorskoe byuro po dvigatelestroeniyu». *Dvigateli vnutrennego sgoraniya*. 2006, no. 1, pp. 4–8. [Elektronnyi resurs]. – Rezhim dostupa: <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/645>
16. *Analitika: Bronetehnika Ukrainyi: itogi, potentsial, perspektivy...* [Elektronnyi resurs]. – Rezhim dostupa: [https://old.flot2017.com/posts/new/bronetehnika\\_ukrainyi\\_itogi\\_potencial\\_perspektivy](https://old.flot2017.com/posts/new/bronetehnika_ukrainyi_itogi_potencial_perspektivy)
17. *Prezentatsiya spetsialnyih dizeley HKBD (3TD, 6TD)* [Elektronnyi resurs]. – Rezhim dostupa: [https://www.lj-top.ru/post/andrei\\_bt/667022](https://www.lj-top.ru/post/andrei_bt/667022)
18. Klimov V.F., Mihaylov V.V., Kudrevatyih D.N., Shipulin A.A. Modulniy metod proektirovaniya sistem ochistki vozduha dlya ob'ektov bronirovannoy tehniki. *Integrirovannyye tehnologii i energosberezhenie*. 2013, no. 1, pp. 18–21.
19. Klimov V.F., Mageramov L.K.-A., Mihaylov V.V., Shipulin A.A. K voprosu vyibora ezhektora sistemyi ochistki vozduha tankov s dvuhstaktnymi dvigatelyami [Tekst]: *Integrirovannyye tehnologii i energosberezhenie*. Kharkov: NTU «KhPI», 2014, no. 3.
20. Borisuk M.D., Klimov V.F., Anipko O.B., Mageramov L.K.-A., Kolbasov A.N., Kudrevatyih D.N. Vysokoeffektivnaya sistema ochistki vozduha dlya voennyih gusenichnyih mashin [Tekst]. *Integrirovannyye tehnologii i energosberezhenie*. Kharkov: NTU «KhPI», 2008, no. 2.
21. Tank T-80B. Ob'ekt 219. *Pamyatka ekipazhu po ekspluatatsii*. [Elektronnyi resurs]. – Rezhim dostupa: <https://www.google.com/search>
22. *Tehopisanie i instruktsiya po ekspluatatsii Izdelie 478B (tank T-80UD). TO i IE. 2 chast* [Elektronnyi resurs]. – Rezhim dostupa: [sergbukarevua.wixsite.com/voenlit/single-post/...](http://sergbukarevua.wixsite.com/voenlit/single-post/...)
23. Baranov Yu.E., Butenko E.V., Vinogradov V.S. i dr. *Parkovoe oborudovanie bronetankovogo vooruzheniya i avtomobilnoy tehniki. Posobie*. K. 1, 2. M.: Voenizdat, 1989. 379 p.
24. *Masterskaya technicheskogo obsluzhivaniya MTO-A-80. Technicheskoe opisanie i instruktsiya po ekspluatatsii*. M. Voenizdat, 1985. 189 p.
25. Voloshina S.V., Kozlova V.V. Stan I perspektivi rozvitku rinka sintetichnih miynih zasobiv v Ukraini. *Ekonomika ta suspilstvo*. 2017, no. 10, pp. 222–225.

Надійшла (received) 12.03.2020

## Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

**Довгопол Юрій Іванович (Довгопол Юрий Иванович, Dovgopol Yuriy)** – викладач кафедри, Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, м. Львів, Україна; моб.тел. +38(097)-246-68-95, e-mail: [super\\_tankist1963@ukr.net](mailto:super_tankist1963@ukr.net)

**Кадил'як Андрій Теодорович (Кадил'як Андрей Теодорович, Kadylyak Andrey)** – доцент кафедри, Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, м. Львів, Україна; моб.тел. +38(096)-363-71-09, e-mail: [atkat@ukr.net](mailto:atkat@ukr.net)

**Степанов Сергій Сергійович (Степанов Сергей Сергеевич, Stepanov Sergiy)** – старший викладач кафедри, Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, м. Львів, Україна; моб.тел. +38(063)-946-75-17; e-mail: [stepcc@ukr.net](mailto:stepcc@ukr.net)

**Мацик Михайло Васильович (Мацик Михаил Васильевич, Matsyk Mihaylo)** – доцент кафедри, Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, м. Львів, Україна; моб.тел. +38(093)-524-41-74; e-mail: [mazukm@ukr.net](mailto:mazukm@ukr.net)